Aus dem Zahnärztlichen Institut der Universität Berlin,
Abteilung für Konservierende Zahnheilkunde.
Leiter: Prof. Dr. Wannenmacher.

Die Darstellung der Kieferhöhlen im Röntgenschichtverfahren.

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
hohen medizinischen Fakultät der Universität Berlin

vorgelegt von
Harry Junck,
Zahnarzt aus Berlin.

Tag der Promotion: 24. August 1937

Buch- und Kunstdruckerei Wilh. Postberg, Bottrop i.W.
1937

M 227

Dekan: Prof. Dr. Siebeck.
Referent: Professor Dr. Dr. Schweitzer.
Korreferent: Prof. Dr. Wannenmacher.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Berlin.

Meinen lieben Eltern gewidmet!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41535726_0087

Schon im Mittelalter war es bekannt, daß die Kieferhöhle der Sitz einer Erkrankung sein kann, und auch Vesalius macht eine dahingehende Bemerkung im Jahre 1546. Eine eingehende Beschreibung der Oberkieferhöhle stammt von Highmor. Er beschrieb auch den Fall einer Eröffnung der Oberkieferhöhle nach Extraktion eines Zahnes. Die Oberkieferhöhle kann durch Ausbuchtungen eine Vergrößerung erfahren, von denen die nach dem Alveolarfortsatz zu gelegene die wichtigste ist. Ist das Antrum sehr geräumig, ist die Beziehung zu den Zähnen eine sehr enge, dann ist die Schicht von Knochen, die eine Abgrenzung besorgt, entsprechend dünn. Andererseits kann die trennende Knochenschicht sehr mächtig sein, was besonders bei kleinem Antrum der Fall ist, ein Umstand, der bei therapeutischen Eingriffen hinderlich sein kann. Sind gar Septa vorhanden, so können auch diagnostische Schwierigkeiten bestehen.

Das Antrum hat schon normalerweise zur Nase so enge Beziehungen, daß krankhafte Prozesse, die sich dort abspielen, leicht bis in die Oberkieferhöhle eindringen können, z. B. nach einer Rhinitis. Von Allgemeininfektionen ist an erster Stelle die Influenza zu nennen, die nach der Ansicht mancher Autoren bis zu 70 % Antrumerkrankungen im Gefolge haben kann. Aber auch im Verlaufe anderer Krankheiten kann eine Antrumeiterung eintreten, so besonders bösartig nach Scharlach. Bakteriologisch sind Influenzabazillen, Meningokokken, Staphylokokken, Bacterium coli, Spirochaeta refringens und Pneumokokken nachgewiesen worden, deren letztere sich auch in normalen Kieferhöhlen finden sollen.

Die dentale Ursache der Oberkieferhöhleneiterung ist vielfach überschätzt worden. Je größer das Antrum, um so leichter ist eine Infektion von den Zähnen aus möglich, weil um so mehr

Zähne sich in unmittelbarer Nähe des Antrums befinden. Die zufällige Eröffnung der Oberkieferhöhle bei der Extraktion von Zähnen ist nicht zu fürchten, wenn nur ihre Infektion verhindert wird. Tamponade wäre in solchen Fällen gänzlich verfehlt. Wurzeln können bei der Extraktion ins Antrum entschlüpfen und dort eine Eiterung hervorrufen. Die Gefäße der Antrumschleimhaut stehen mit denen der Zahnumgebung in engem Zusammenhang. Von den Zähnen ausgehende apicale Herde können in das Antrum perforieren und dieses infizieren. Cysten können das Antrum verdrängen, vereiterte Cysten zu einem Antrumempyem führen. Durch Tumoren kann das Antrum affiziert werden (Adamantinome, Odontome usw.). Maligne Tumoren können das Antrum weitgehend zerstören, ebenso können Gewalteinwirkungen die Wände zertrümmern und das Antrum direkt infizieren. Tuberkulose, Lues usw. können auch zu Zerstörungen führen, zunächst mit katarrhalischen, dann mit eitrigen Erscheinungen. Die chronische Entzündung geht mit der Bildung von Granulationen einher, die sogar in die Nase eindringen und diese ausfüllen können.

Die Kieferhöhlen liegen in den seitlichen Hälften der Kiefer und sind von pyramidenartiger Gestalt. Die Grundfläche dehnt sich gewöhnlich zwischen zweitem Prämolaren und zweitem Molaren aus, kann sich aber in manchen Fällen vom mittleren Schneidezahn bis zum dritten Molaren erstrecken. Ihre Basis kann tiefer oder auch beträchtlich höher als der Nasengrund liegen. Die Zähne des Oberkiefers können bis zu den Höhlenwänden reichen, bisweilen dringen sie in diese ein. Die Höhlen sind mit Schleimhaut ausgelegt und haben eine Öffnung in die Nase durch den Hiatus semilunaris. Sie werden durch die interne Maxillararterie mit Blut versorgt. Die Nerven kommen von der oberen Alveolarpartie, die auch die Molaren, Prämolaren und Eckzähne des Oberkiefers mit Nerven versieht.

Das Antrum kann die merkwürdigsten Formen aufweisen, auch in seiner Größe enormen Schwankungen unterliegen, sogar zwischen rechter und linker Seite kommen starke Form- und Größendifferenzen vor (s. Abb. 1).

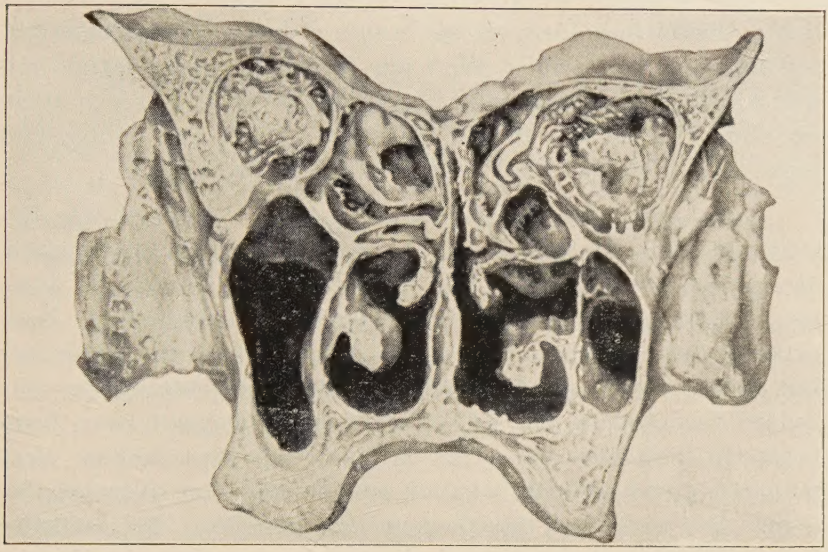


Abb. 1. Variationen der Antrumsgröße.
Aus Herbst, E.: Fehlgriffe in der Orthodontie. Fortschr. d. Zahnheilkde. III, 861 (1927).

Bei Röntgenaufnahmen kann eine benachbarte Cyste eine Ausbuchtung des Antrums vortäuschen, wenn man die Zeichnung der oft nur ganz dünnen Scheidewand nicht richtig bewertet.

Die diagnostischen Hilfsmittel zur Erkennung von Oberkieferhöhlenerkrankungen sind noch sehr unvollkommen. Bei der Spülung der Höhlen ist nur das Vorhandensein einer eitrigen Erkrankung festzustellen, hypertrophische und atrophische Erkrankungen der Schleimhaut sind nicht zu erkennen. Auch die Probepunktion mit nachfolgender Spülung versagt bei hypertrophischen und atrophischen Erkrankungen, abgesehen von der Schmerzhaftigkeit dieser Methode und der Gefahr einer Infektionsübertragung durch die Nasenhöhle bei eventuell gesunder Nebenhöhle. Auch die Diagnosenstellung mittels des elektrischen Lampenlichtes, und zwar sowohl die unmittelbare Beleuchung als auch die Durchleuchtung der Höhle mit elektrischen Lämpchen ist unvollkommen.

Als wertvolle Bereicherung für die Diagnostik der entzündlichen Oberkieferhöhlenprozesse erwies sich die Röntgenographie, gewinnt aber ihren vollen Wert nur in der Zusammenlegung mit dem sonstigen sorgfältig aufzunehmenden Befunde. Für sich allein als einzige Grundlage für die Diagnose genügt das Röntgenbild nicht, weil dafür die Täuschungsmöglichkeit zu groß ist.

Das wichtigste, prinzipiell gleichartige Symptom der Erkrankung einer Kieferhöhle ist die Verschattung im Röntgenbild, die durch Verdrängung der Luft und deren Ersatz durch ein dichtes Medium (freie Flüssigkeit, gewucherte Schleimhaut, Neoplasma) zustande kommt. Bei vollkommener Verdrängung der Luft kommt es zu einer homogenen dichten Verschattung. Bei teilweiser Verdrängung der Luft und freier Flüssigkeit kann beim liegenden Patienten die Verschattung zwischen leichter Verschleierung und dichtem Schatten schwanken, beim sitzenden Patienten läßt sich das Flüssigkeitsniveau darstellen. Bei partieller Luftverdrängung, bedingt durch die Volumenzunahme der Weichteile, findet sich eine partielle und vor allem randständige dichte Verschattung, die nur undeutliche Grenzen dann zeigt, wenn im zentralen Lumen neben Luft noch zähe den Wänden anhaftende Flüssigkeit vorhanden ist.

Bei der Darstellung der Oberkieferhöhlen im Röntgenbild ist man auf mancherlei Schwierigkeiten gestoßen.

Jedes normale Röntgenogramm, insbesondere das des Schädels, ist infolge der gegenseitigen Überlagerung der Schatten oft sehr schwer zu analysieren und führt nicht selten zu Zweifeln bei der Diagnosenstellung. Aus diesen Verhältnissen heraus entsteht die Forderung, den Röntgenstrahl so zu leiten, daß er die kompakten Knochenmassen des Schädels möglichst vermeidet. Die sich ergebenden Projektionsschwierigkeiten werden vermehrt, wenn man dieser Forderung dadurch gerecht werden will, daß man den Patienten in Schräglage bringt. Neben der starken Verzeichnung durch die Schrägprojektion tritt hierbei auch eine völlige Verlagerung von Organen auf gegenüber der gewohnten Zentralprojektion. Die Deutung so gewonnener Bilder ist dann

nicht immer einfach und erfordert sorgfältige Analyse und besondere Erfahrung.

Die extraorale Aufnahmetechnik zur Darstellung der Oberkieferhöhlen besteht hauptsächlich in zwei Methoden, die in verschiedenen Ebenen angefertigt werden, von denen die eine Position als „Nasen-Stirnlage" und die andere als „Nasen-Kinnlage" bezeichnet wird, weil entweder Nase und Stirn oder Nase und Kinn während der Aufnahme in Berührung mit dem Film gebracht werden. Da es keine „Standard'-länge der Nase, des Kinns usw. gibt, so ergeben solche Aufnahmen kein Bild, das gestattet, die normalen und daher auch die pathologischen Verhältnisse mit Sicherheit festzustellen. Eine andere Quelle von Irrtümern besteht darin, daß man den Unterschied in der Dichtigkeit des Schattens der Nebenhöhlen beider Seiten als Zeichen einer Infektion der einen Seite betrachtet. Es kann aber der Unterschied darauf beruhen, daß die Wände der einen Höhle dichter sind als die der anderen, auf der anderen Seite ergeben Nebenhöhlen, die beide Eiter enthalten, Bilder von gleicher Schattenintensität. Man hält dann beide Seiten für normal. Ferner können starke Asymmetrieen beider Schädelhälften eine einseitige Verdunklung hervorbringen und eine Erkrankung vortäuschen. Die einzige sichere Grundlage für die radiologische Diagnose der Nebenhöhlen ist die Vertrautheit des Radiologen mit dem normalen Grade der Strahlendurchlässigkeit, die der normale Sinus, entsprechend seiner Größe und seines Luftgehaltes, besitzt. Diese kann eben nur beruhen auf der Kenntnis des normalen Zustandes und diese kann nur gewonnen werden auf Grund von Aufnahmen in verschiedenen Projektionen. So besteht also bei der normalen Röntgenographie der Grundsatz, bei diagnostischen Aufnahmen der Nebenhöhlen mehrere Bilder in verschiedenen Ebenen anzufertigen.

Neben den beiden angegebenen occipito-frontalen Aufnahmen zur Darstellung der Oberkieferhöhlen gibt es noch eine ganze Anzahl anderer Projektionen, die mehr oder minder geringe Abweichungen von den oben genannten darstellen. Kneucker empfiehlt die extraorale Frontal-Transversalaufnahme, bei der

der Kopf des Patienten so der Kassette angelegt wird, daß diese parallel zur Sagittalebene steht. Der Zentralstrahl trifft horizontal die Gegend des Tuber maxillare. Hierbei werden zwar beide Sinus vom Aufnahmestrahl getroffen, es wird jedoch nur der darzustellende plattenanliegende Sinus zur Abbildung gebracht, da die dem Röhrenfokus naheliegenden Knochenteile derart vergrößert werden, daß sie sich im Bilde praktisch nicht einzeichnen und nur der fokusferne (plattennahe) Sinus zur Darstellung gelangt.

In der normalen Röntgenographie hat man ferner versucht, durch die Methode der Nahaufnahmen und der Röntgenstereoskopie zu einer freien Darstellung von einzelnen Körpergebilden zu gelangen. Während bei der ersten Methode Verzeichnungen und Verzerrungen in Kauf genommen werden müssen, hat die letztere den Nachteil, daß die Mehrzahl aller Menschen nicht stereoskopisch zu sehen vermag. Es wurde geltend gemacht, daß der Wert der Stereoskopie mit der Herstellung der nötigen Zweiaufnahmen unter verschiedenen Gesichts- bzw. Fokuswinkeln noch nicht erfaßt sei, daß zur Auswirkung auch noch die Fähigkeit des stereoskopischen Sehens vorhanden sein müsse, welche jedoch vielen Menschen nicht gegeben sei und auch nur schwer erlernt werden könne. Nach P a r m a eignen sich alle Röntgenogramme insofern wenig für Stereoaufnahmen, als sich die Stellen, an welchen es zur Summierung zweier oder mehrerer Schatten kommt, unverhältnismäßig hervorheben und die Perspektive des Bildes stören.

Als Neuerung gegenüber allen bisherigen Methoden der Röntgenographie ist das R ö n t g e n s c h i c h t v e r f a h r e n zu nennen, das bereits in der Lungendiagnostik mit großem Erfolg angewandt wird und dessen Anwendung im Gebiet des Schädels wir zu prüfen hatten.

Das Wesen des Röntgenschichtverfahrens beruht auf der Möglichkeit, S c h n i t t e u n d S c h i c h t e n b e l i e b i g e r D i c k e u n d i n b e l i e b i g e r K ö r p e r t i e f e i s o l i e r t, d. h. u n t e r A u s s c h a l t u n g d a v o r u n d d a h i n t e r l i e g e n d e r K ö r p e r t e i l e i m R ö n t g e n b i l d e d a r z u s t e l l e n. Während das normale Röntgenbild das Produkt aller schatten-

gebenden Teile eines Körpers innerhalb des Nutzstrahlenkegels darstellt, ist das Tomogramm, so nennt man das Röntgenschichtbild vom „Tomograph" der Fa. Sanitas, nur eine dünne Schicht, herausgenommen aus dem Gefüge dieses Röntgenbildes.

Der Grundgedanke der Körperschnittdarstellung, der 1921 von Bocage angegeben wurde, beruht auf einer um einen festen Punkt ausgeführten, gegenläufigen Bewegung von Röntgenröhre und Platte während der Aufnahme. Dadurch wird erreicht, daß nur Punkte einer Objektebene scharf abgebildet werden, weil eben nur diese in jedem Augenblick der Aufnahme auf die gleiche Stelle der photographischen Schicht projiziert werden, während alle außerhalb dieser Ebene liegenden schattengebenden Gebilde durch Projektion auf verschiedene Teile des Films verwischt werden und daher nicht zur Darstellung gelangen (s. Abb. 2).

Bocage und auch ein großer Teil aller späteren Autoren waren der Ansicht, daß man die Störschatten möglichst allseitig verwischen müsse, um sie nicht zur Darstellung kommen zu lassen. Außerdem vertreten einige Autoren den Standpunkt, daß der Röhrenfokus eine möglichst lange Bahn und außer der kreisenden auch noch eine taumelnde Bewegung ausführen müsse, um den Grad der Verwischung möglichst wirksam zu gestalten. Die Durchführung dieser Vorschläge setzt einen äußerst komplizierten Apparat voraus und hat außerdem den Nachteil der langen Belichtungszeit neben dem weiteren Nachteil der Beschränkung auf eine verhältnismäßig kleine Aufnahmefläche (Filmformat). Erst neuerdings gelang es Großmann in Verbindung mit Chaoul ein Gerät zu entwickeln, das alle Nachteile früherer Apparate ausschließt und nicht nur Röntgenschnitte, sondern auch Röntgenschichten von wenigen mm Dicke bis zu einer solchen von 2 cm aufzunehmen imstande ist. Großmann ging von der Erkenntnis aus, daß man Störschatten für die Diagnosestellung am wirksamsten verwischt, wenn man Röhre und Film möglichst einseitig bewegt.

Der Großmann-Chaoulsche Tomograph wird von Greineder wie folgt beschrieben:

„Das Gerät besteht im wesentlichen aus einem zweiarmigen, um eine waagerechte Achse drehbaren Pendel. An dessen oberem, längerem Arm ist ein in seiner Höhe verstellbarer Tragarm mit der Röhre angebracht, an einem kürzeren unteren Arm, unter einem Untersuchungstisch, die Haltevorrichtung für Buckyblende und Filmkassette. Das Pendel ist mit seinem Drehzapfen in einem Block gelagert, der zwischen einem Doppelsäulenstativ verschieblich aufgehängt ist und in einer gewünschten Lage fixiert werden kann. Oberhalb des Drehpunktes ist ein kleiner als Rollenträger ausgebildeter Querarm angebracht, dessen Rolle über einem Kreissegment abläuft. Zur Erzielung einer Drehpunktsenkung für die Zwecke der Schichtaufnahme ist folgende Einrichtung getroffen. Das genannte Kreissegment wird bei fixiertem Block um einen excentrisch gelegenen Drehpunkt angehoben, und zwar so, daß das Segment nunmehr eine von der Pendelanfangs- zur -endstellung abfallende Kurve darstellt. Durch die Verstellung des Kreissegmentes wird gleichzeitig das ganze Pendel innerhalb einer Führung des Blocks durch den oben genannten Rollenträger angehoben. Das Pendelsystem wird durch ein Federnsystem angetrieben, das auch für die Gleichmäßigkeit der Pendelschwingung sorgt. Die Einschaltung des Hochspannungsstromes erfolgt erst nach einer kurzen Anlaufzeit des Pendels, die Ausschaltung kurz vor dessen Anschlag. Auf diese Weise werden Störungen der Aufnahme durch ungleichmäßige Bewegungen des Pendels am Anfang und Ende der Schwingung vermieden. Die unter dem Tisch angebrachte Haltevorrichtung für Buckyblende und Filmkassette ist so aufgehängt, daß durch eine Veränderung der Höhenlage des Pendeldrehpunktes die Lage der Buckyblende nicht beeinflußt wird. Durch eine Steuerung ist dafür Sorge getragen, daß die gesamte Halterung mit der Filmkassette während der Pendelung immer in der Horizontallage, parallel zur Aufnahmeebene, bleibt (s. Abb. 3 und 4).

Bei den Versuchen über die Tomographie des Schädels, für die uns die Firma Sanitas freundlicherweise einen Tomographen zur Verfügung gestellt hat, hat sich ergeben, daß es zweckmäßig ist, auch bei der Darstellung der Oberkieferhöhlen durch das

Röntgenschichtverfahren eine Projektion zu wählen, bei welcher der Zentralstrahl möglichst wenig kompakte Knochenmassen, wie das os petrosum usw. zu durchdringen hat, um nicht das Bild der Kieferhöhlen durch die verwischten stärkeren Knochenpartien der Schädelbasis zu trüben. Ähnlich wie bei der Tomographie der Lunge sich der Herzschatten durch Verwischung nicht entfernen läßt, so gelingt es bei der Schichtaufnahme der Kieferhöhlen auch nicht, die Schädelbasis auszuschalten, wenn das Hinterhauptsbein in Plattennähe liegt. Als Beispiel möge ein Tomogramm folgen, geschnitten in 14 cm Höhe von der Auflage (s. Röntgenbild I). Die

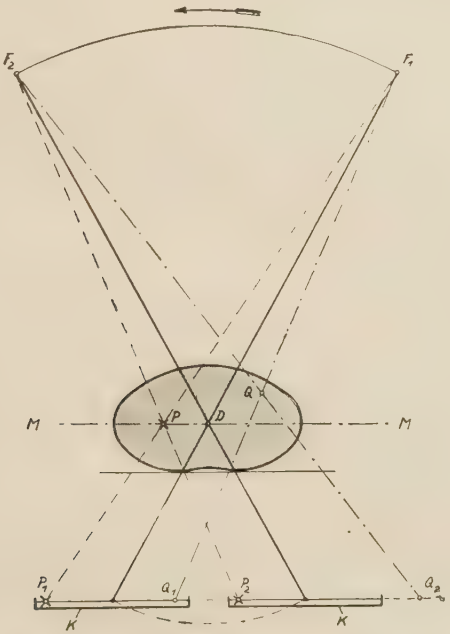


Abb. 2. Darstellung des Prinzips der Tomographie: Der der Drehpunktebene MM angehörende Punkt P wird in Pendelanfangsstellung F_1 nach P_1, in Pendelendstellung F_2 nach P_2, das ist derselbe Punkt der Platte K, projiziert. Der außerhalb der Ebene MM gelegene Punkt Q dagegen wird Stellung F_1 nach Q_1, in Stellung F_2 nach Q_2, also an völlig verschiedene Stellen projiziert und somit verwischt.

Aus: Greineder, K,: Die Tomographie der normalen Lunge. Fortschr. a. d. Geb. d. Rö.-Strahlen **52**, 443 (1935).

Verwischung erfolgte senkrecht zur Medianebene. Allerdings spielt die Verwischungsrichtung, d. i. das Verhältnis der Pendelungsrichtung der Röhre zur Lage des Aufnahmeobjektes, bei allen

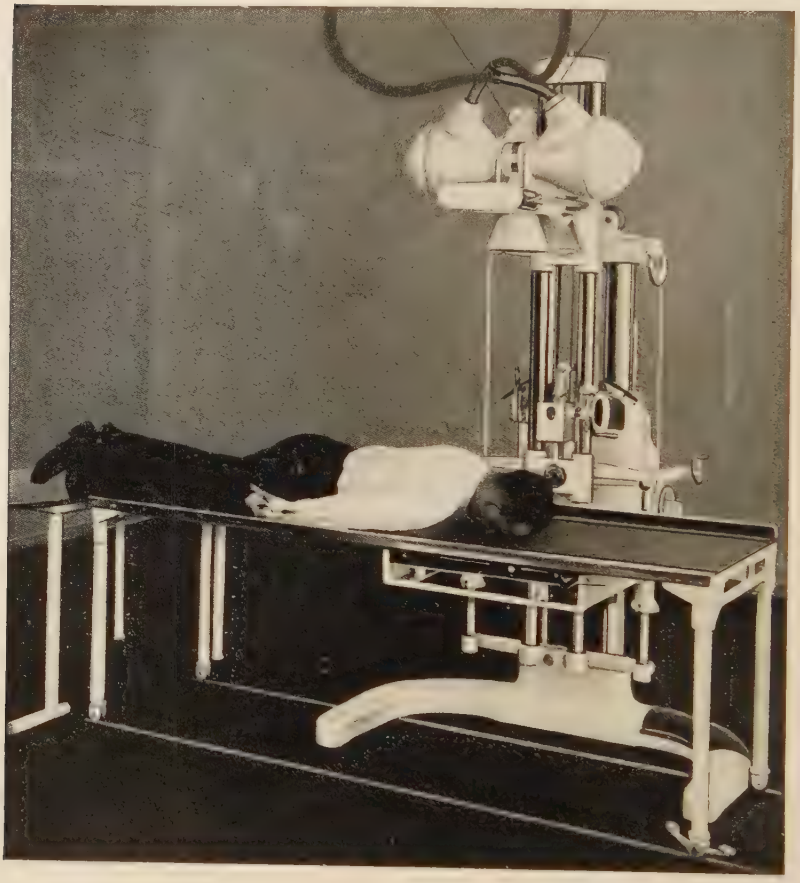


Abb. 3. Schädel-Aufnahme occipito-frontal.
Sanitas, Elektrizitäts-Gesellschaft.

tomographischen Aufnahmen eine große Rolle. Der Schatten eines kugeligen Gebildes wird durch eine andere Verwischungsrichtung nicht anders wiedergegeben, wohl aber der Schatten eines läng-

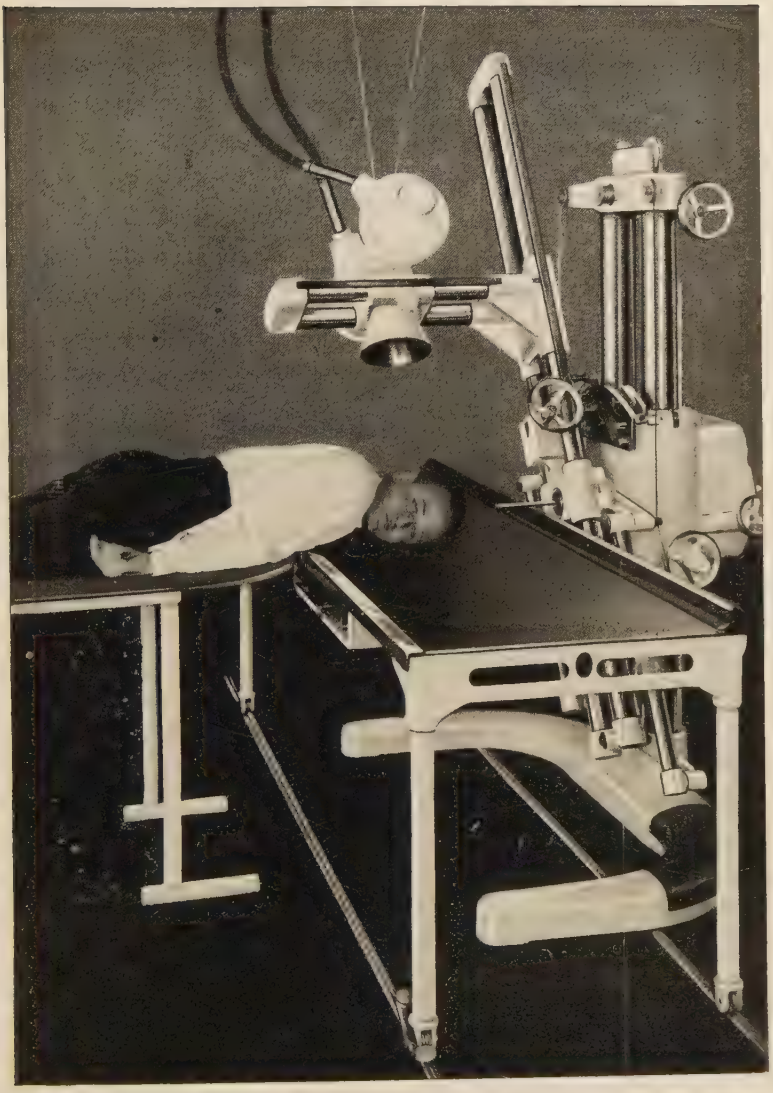


Abb. 4. Einstellung zur sagittalen Schädelschnittaufnahme. Lagerung des Patienten unter 90° zur Pendelebene mit Hilfe des Zusatztisches.
Sanitas, Elektrizitäts-Gesellschaft.

lichen Gebildes. Man kann sich die Wirkung der verschiedenen Verwischungsrichtung leicht an einem Beispiel klarmachen: Man nehme einzelne Sandhäufchen und lege sie wie die Wirbel einer Wirbelsäule in eine Richtung hintereinander. Fährt man mit der Hand longitudinal über die Kuppen dieser hintereinandergelegten Sandhäufchen, so ist die Verwischung der Grenzen derart, daß die Zwischenräume als solche nicht mehr zu erkennen sind. Verwischt man in einem Winkel zur Längsrichtung oder gar transversal, so ist es einleuchtend, daß die Zwischenräume zu erkennen sind und die Grenzen der einzelnen Haufen erhalten bleiben. Durch diese Methode der gerichteten Verwischung läßt sich aber auch die Schädelbasis bei Aufnahmen zur Darstellung der Kieferhöhlen, wie wir in den Abbildungen noch sehen werden, vollends verwischen.

Es ist daher zu verstehen, daß man bei einem mit gerichteter Verwischung arbeitendem Gerät, wie dem Tomograph, die Vorzugsrichtung des Störobjektes beachten muß, andernfalls der Störschatten nicht wirksam aus dem Bereich der für die Diagnose wichtigen Strukturlinien gebracht werden würde.

Das Ziel nachfolgender Versuche bestand darin, durch das Schichtaufnahmeverfahren die Kieferhöhlen in einzelne Röntgenschnitte zu zerlegen und danach ein Modell herzustellen, das uns die Umrisse und die Ausdehnung beider Sinus wiedergibt.

Die Versuche wurden im Prüflaboratorium der Elektrizitäts-Gesellschaft Sanitas in Berlin mit einem im Prüffeld stehenden Tomographen gemacht. Dabei erforderte die Bedienung des noch nicht fertig montierten Gerätes die Hilfe einer zweiten Person. Herr Kollege B e n n e r übernahm freundlicherweise und gerne dieses Amt, zumal er dabei selbst seine eigenen topographisch anders angeordneten Versuche über die Tomographie des Schädels durchführen konnte.

Für die Versuche stand uns ein Leichenkopf mit sämtlichen Weichteilen aus dem Berliner anatomischen Universitätsinstitut zur Verfügung, für dessen freundliche Überlassung Herrn Prof. W a l d e y e r an dieser Stelle besonders gedankt sei.

Der Kopf mit Weichteilen lag in Stirn-Nasenposition. Die Processus mastoidei hatten gleichen Abstand von der Auflage, so daß die Medianebene des Schädels mit der Vertikalen übereinstimmte. Der Zentralstrahl wurde zweifingerbreit unter der Protuberantia occipitalis hindurchgeleitet, so daß die Schädelbasis bei normaler Aufnahme in die Augenhöhle projiziert werden würde. Die gewöhnliche Übersichtsaufnahme (s. Röntgenbild II) zeigt uns die Summation der ineinanderprojizierten verschiedenen Abschnitte der Kieferhöhlen, wodurch es uns fast unmöglich ist, ihre genauen Umrisse aufzuzeigen. Zwischen beiden Sinus bei unserem Fall besteht eine Helligkeitsdifferenz, die auf ein Empyem der strahlenundurchlässigeren Seite hindeutet.

Es wurden an dem Leichenkopf immer in derselben Lage im Abstande von 1 cm Schnittaufnahmen vorgenommen und zwar in einer Verwischungsrichtung, die senkrecht zur Schädelbasis liegt. Diese Röntgenschnitte oder -schichten — in Wirklichkeit sind es ja sehr dünne Schichten — zeigen nun sehr deutlich Lage, Größe und Form der gerade getroffenen Scheiben aller in dieser Ebene liegenden Gebilde. Der Abstand der einzelnen Schichten von 1 cm wurde ganz willkürlich gewählt. Es ist durchaus möglich, die Abstände geringer, z. B. 3—5 mm voneinander, zu wählen. Die Anwendung verringerter Abstände würde natürlich ein in Einzelheiten noch genaueres Raumbild des Antrums ergeben haben. Es galt aber hier nur die praktische Brauchbarkeit des Verfahrens und die benötigte Technik aufzuzeigen.

Der erste Schnitt wurde in 10 cm Höhe von der Auflage ausgeführt (s. Röntgenbild III). Zunächst einmal macht das tomographische Bild einen reichlich verschwommenen Eindruck. Der Grund hierfür liegt im Wesen des Röntgenschichtverfahrens. Aber innerhalb dieses Schleiers zeichnen sich klar die ersten Konturen der uns interessierenden Kieferhöhlen ab. Bemerkenswert ist das Fehlen jener beim gewöhnlichen Röntgenogramm reichlich vorhandenen Strukturlinien innerhalb der beiden Sinus. Die Ausdehnung beider Höhlen ist noch gering, da der Schnitt ja auch erst an ihrer vordersten Bucht angelegt ist (s. Abb. 5). Im nächsten

Röntgenbild (s. Röntgenbild IV) ist deutlich der Übergang von der kleinen zur größerwerdenden Höhle zu erkennen. Man sieht die

Abb. 5. Anordnung der durch die Kieferhöhlen gelegten Schnittebenen.

Umrisse von dem vorhergehenden Schnitt genau so wie die verschwommenen Umrisse des kommenden. Der Prämolar im Oberkiefer ist jetzt in den Bereich der Schnittebene gerückt und daher mit seinen beiden Wurzeln scharf abgebildet. Im folgenden Röntgenschnitt (s. Röntgenbild V) zeigt sich nun die größte Ausdehnung der Kieferhöhlen. Diese erscheint übertrieben, erklärt sich aber ohne weiteres durch die Projektion des Diagonalschnittes des in Stirn-Nasenposition liegenden Schädels und nicht etwa durch Verprojizierung. Mit Leichtigkeit läßt sich eine geringere Pneumatisation der einen Höhle und damit eine Erkrankung feststellen. Sehr schön kommt die Ausbuchtung in den Processus alveolaris bei dem fast zahnlosen Oberkiefer zum Ausdruck. Der linksseitig besonders zackige Rand zur Orbita hin stellt den Sulcus infraorbitalis und der etwas breitere Spalt die Fissura orbitalis inferior dar. Die Siebbeinzellen sind im Gegensatz zur Normalaufnahme frei von jeglicher Überlagerung zur Darstellung gekommen. Im Röntgenbild Nr. VI beginnen beide Kieferhöhlen wieder kleiner zu werden. Als neue Gebilde erscheinen auf dieser Aufnahme die Umrisse der Keilbeinhöhle, die sich im nächsten Schnitt (s. Röntg-

genbild VII) in ihrer ganzen Ausdehnung zeigt. Die Oberkieferhöhlen sind im Verschwinden begriffen. Die Form des gesunden Sinus ist noch an der größeren Lufthaltigkeit zu erkennen, während die Grenzen auf der kranken Seite unscharf geworden sind. Der Weisheitszahn ist hier möglicherweise der Ausgangspunkt der Eiterung gewesen. Besonderes Interesse erregt an diesem Schnitt die Wiedergabe des Nervus opticus und der Arteria carotis interna über den Keilbeinhöhlen. Im letzten Schnitt dieser Serie (s. Röntgenbild VIII) sind die Oberkieferhöhlen nicht mehr getroffen. Bemerkenswert ist hierbei die Darstellung der zierlichen Hamuli pterygoidei.

Von diesen Aufnahmen wurden nun Pausen angefertigt, in Pappe ausgeschnitten und jeweils in den einzelnen Abständen von 1 cm aneinandergeklebt, nachdem vorher die graphischen Maße festgestellt worden waren. So ergab sich ein Modell der durch die beiden Kieferhöhlen gelegten fünf Schnittebenen (s. Abb. 6). Dieses ist allerdings noch etwas vergrößert, weil das Objekt zwischen Film und Röhre liegt. Beim Tomographen kann dazu das Objekt nicht dem Film anliegen, weil sich die Filmkassette auch bewegt. Die Nachbildung im Verhältnis 1:1 läßt sich errechnen oder praktisch durch Mitaufnahme eines Metallmaßstabes herstellen. Zu er-

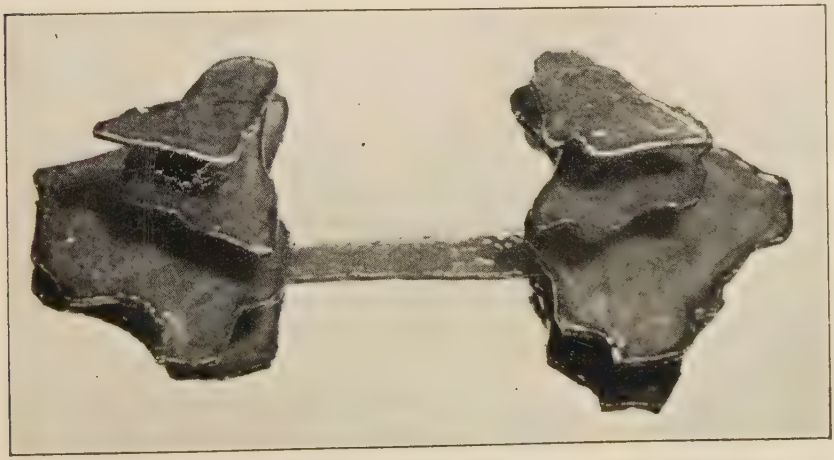


Abb. 6. Modell der durch die Kieferhöhlen gelegten Schnittebenen.

wähnen ist noch, daß sämtliche Schnitte immer im gleichen Verhältnis zueinander bleiben mußten, um die Vergrößerung auszuschalten, die sich ergibt, wenn man sich mit den einzelnen Schnitten immer mehr von dem Film entfernt. Diese Verhältnisgleichheit ließ sich am Tomograph bequem einstellen, dadurch daß die Röhre entsprechend genähert oder entfernt wurde.

Welche veränderten Ergebnisse zeigt nun das Modell gegenüber der üblichen Vorstellung von den Kieferhöhlen?

Die fünf im Abstand von 1 cm voneinander aufgenommenen parallelen Schnittflächen geben einen großen Teil der Begrenzungslinien der Kieferhöhlen wieder. Es ist nicht schwer, durch Verbinden aller Punkte sich ein einigermaßen plastisches Bild zu formen. Wie schon oben erwähnt, liegen die Röntgenschnitte nicht parallel zur Frontalebene des Kopfes, sondern bilden durch die bekannte Stirn-Nasenprojektion mit der Frontalebene einen Winkel von etwa 25 Grad. Dadurch liegen die Schnitte parallel zur Diagonalen der annähernd die Form eines Tetraeders darstellenden Kieferhöhlen.

In der Kieferhöhle sehen wir die äußere Form der Maxilla wieder angedeutet. Wie der Oberkieferkörper, so hat auch die Höhle den Fortsätzen entsprechende Ausläufer, Buchten, Recessus, nach den Fortsätzen, in denen sie liegen, bezeichnet. Sie kommen besonders deutlich im Röntgenschichtverfahren zur Darstellung und in dem nach ihm gefertigten Modell. Wir können also die oben gestellte Frage dahin beantworten, daß das Modell, mit Ausnahme der Vergrößerung, eine getreue, den anatomischen Verhältnissen entsprechende Wiedergabe der Kieferhöhlen darstellt.

Auf allen Röntgenbildern der Serie Nr. I—VIII erscheinen die unteren Frontzähne mehr oder weniger verlängert und mehr oder weniger deutlich. In Bild V erscheinen sie am schärfsten ohne die Spur einer Verwischung, also der Beweis dafür, daß die Frontzähne hier direkt in der Schnittebene liegen, während sie in den Aufnahmen III und IV vor dieser und in den Aufnahmen VI, VII und VIII hinter dieser Ebene liegen. Je weiter die Frontzähne von der Schnittebene entfernt liegen, desto größer ist der Ver-

wischungsgrad. Die Zähne erscheinen länger, weil die Verwischungsrichtung mit deren Axialrichtung übereinstimmt.

Weitere Versuche wurden angestellt bei Schräglage des Schädels. Nase und äußerer Orbitalrand lagen dabei auf, so daß das Felsenbein einer Seite parallel zur Aufnahmeebene lag. Die Verwischung erfolgte in der Achsenrichtung des Felsenbeines. Das normale Übersichtsbild ist auch bei dieser Projektion äußerst unklar (s. Röntgenbild IX). Auch hier ein Gewirr von Linien, die man nicht auseinanderzuhalten vermag. Das Tomogramm in 6 cm Höhe geschnitten, zeigt klar die Umrisse des Kiefergelenks (s. Röntgenbild X). Die schräg durch den Schädel gelegte Schnittebene führt hierbei auch zur Darstellung der Siebbeinzellen, die in ihrer ganzen Ausdehnung getroffen sind.

Das Röntgenschichtverfahren gestattet also die isolierte Darstellung einzelner Schichten des Schädels und damit der in ihnen enthaltenen pathologischen Prozesse. Diese werden naturgetreu wiedergegeben, denn Verprojektionen gibt es nicht bei diesem Verfahren. In gleicher Weise, wie bei den Schichten durch die Kieferhöhlen, lassen sich Schichten in den verschiedensten Ebenen durch den Schädel legen, wobei immer auf die Vorzugsrichtung der einzelnen Körpergebilde zu achten ist. Es würden sich ganz neue Perspektiven beispielsweise für die Darstellung der Sella turcica, der ossa petrosa usw. eröffnen, genau so wie durch das Röntgenschichtverfahren die Hirntumordiagnose und -lokalisation wesentlich erleichtert worden ist. Dadurch daß sich die Grenzen gegen die Umgebung genau festlegen lassen, ist dieses Verfahren berufen, bei der Lokalisation von Fremdkörpern im Gebiete des Schädels eine bedeutende Rolle zu spielen. Es kann also nicht vorkommen, daß durch Verprojektion eine Wurzelspitze in das Antrum hineinprojiziert wird, die in Wirklichkeit außerhalb des Antrums liegt. Andrerseits kann die Lage des Fremdkörpers genau bestimmt und danach der operative Eingriff festgelegt werden. Cysten in der Oberkieferhöhle, deren Diagnose besondere Schwierigkeiten verursachte, lassen sich jetzt mit Leichtigkeit erkennen, da die durch Überlagerung davor und dahinter liegender

Knochenteile hervorgerufenen Strukturlinien zum Fortfall kommen. Der bei einem Röntgenschnitt durch die Kieferhöhlen auftretende Unterschied in der Dichtigkeit des Schattens beider Kieferhöhlen, der durch eine Erkrankung hervorgerufen wird, entspricht auch tatsächlich den veränderten Verhältnissen und kann nicht durch eine Wandverdickung der einen Seite hervorgerufen werden. Damit hat das Verfahren seine Brauchbarkeit in der Kieferheilkunde erwiesen.

Das Röntgenschichtverfahren ist bei der Bestimmung der Ausdehnung, Form und Lage von Tumoren im Gebiete des Schädels genau so wertvoll wie bei der Lokalisation von Fremdkörpern. Es bietet Aufschlüsse, die weder das normale Aufnahmeverfahren noch die Stereoskopie zu bieten vermag. Immer aber bleibt es eine Ergänzung der bisherigen Methoden, denn erst die normale Aufnahme oder Durchleuchtung gibt darüber Aufschluß, wo man mit den Röntgenschnitten zu beginnen hat.

Die Beziehungen kleiner apicaler dentaler Herde zur Umgebung sind, wenigstens bis heute, noch nicht das geeignete Objekt für das Röntgenschichtverfahren. Abgesehen von der Schwierigkeit der Einstellung auf derartig kleine Dimensionen mittels des großen Gerätes, würde die Kostspieligkeit des Verfahrens in keinem Verhältnis zu dem zu erwartenden Ergebnis stehen. Die normale zahnärztliche Röntgenapparatur liefert hier durch Aufnahme von zwei Seiten, d. h. unter verschiedener Einstellung des Zentralstrahles, mit kleinen Zahnfilmen durchaus brauchbare Ergebnisse.

Die Arbeit würde nicht den Anspruch auf Vollständigkeit verdienen, ohne auf das Schichtaufnahmegerät der Firma Siemens, das „Introskop“[1]), hingewiesen zu haben.

Bei diesem Gerät handelt es sich um ein gegenüber dem Tomographen der Fa. Sanitas geändertes Aufnahmeverfahren. Im Prinzip besteht auch hier die Bewegung der Röhre und der Filmkassette bei Ruhigstellung des Patienten, nur erfolgt diese Be-

[1]) Der Name „Introskop“ ist geändert worden in „Röntgen-Planigraph“.

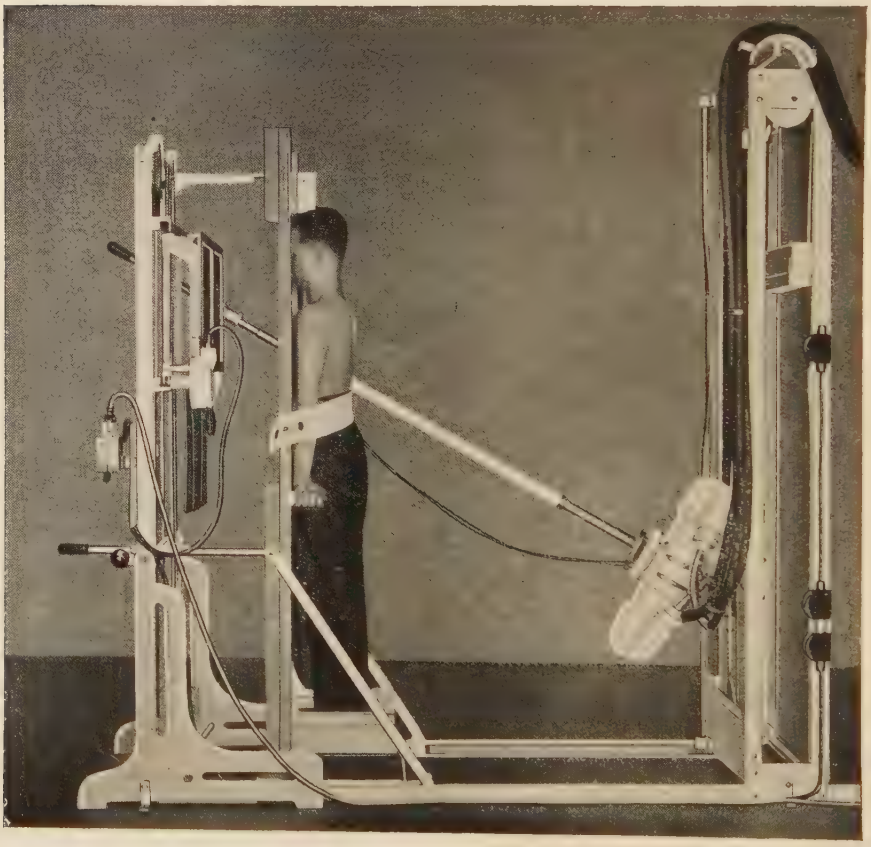
wegung parallel zur Schichtebene und sinusförmig, anstatt, wie beim Tomographen an einem Kreisbogen und pendelartig.

Das Grundgestell des Introskops besteht aus drei einander parallelen Wänden, deren mittlere eine zwischen den beiden anderen Wänden fahrbare Stützwand für den Patienten darstellt, der, vom Stand des Untersuchers aus gesehen, hinter diese Wand auf ein mit ihr verbundenes, höhenverstellbares Podest tritt. Von den beiden äußeren Wänden dient die eine zur Aufnahme und Führung der Röhrenhaube, während die andere Leuchtschirm, Kassettenrahmen, Feinrasterblende und die Bedienungsgriffe für die Inbetriebsetzung des Gerätes enthält. Die Bewegung der Röhre erfolgt an einem gebogenen Führungsstab, an dem diese bei der Schichtaufnahme in einer zum Schirm bzw. Kassette parallelen Ebene nach einer Sinuskurve entlanggleitet. Röhrenhaube und Kassettenrahmen sind durch einen die gemeinsame Bewegung bei der Schichtaufnahme herstellenden Doppelhebel verbunden, dessen stets in der Mitte der röntgenographisch dargestellten Körperschicht liegender Drehpunkt sich an der Stützwand befindet. Die Verlängerung des Doppelhebels bildet der Lenkhebel, mit dem der Arzt während des Durchleuchtens die Röhrenhaube beliebig für schräge und waagerechte Richtung des Mittelstrahles einstellen kann. Um die Tiefenlage der aufzunehmenden Schicht bei der Durchleuchtung feststellen zu können, dient ein Schubstab mit Skala zum Bewegen der Stützwand mitsamt dem auf dem Podest stehenden Patienten (s. Abb. 7 und 8).

Durch die Bewegung des Röhrenfokus auf einer sinusförmigen Bahn, die in einer zu den Ebenen der darzustellenden Körperschicht und des Films parallelen Ebene liegt, erfolgt eine allseitige Verwischung, während die Verwischung bei der einfachen Pendelbewegung des Tomographen in einer Richtung erfolgt.

Gegenstand einer umfassenden Untersuchung war die Arbeit von G r o ß m a n n über die Störschattenverwischung bei verschiedenen Arten der Röhrenfokusbewegung. Über die Wirksamkeit der Störschattenverwischung bei einfacher Pendelbewegung und sinusförmiger Bewegung des Röhrenfokus, führt G r o ß m a n n wie folgt aus:

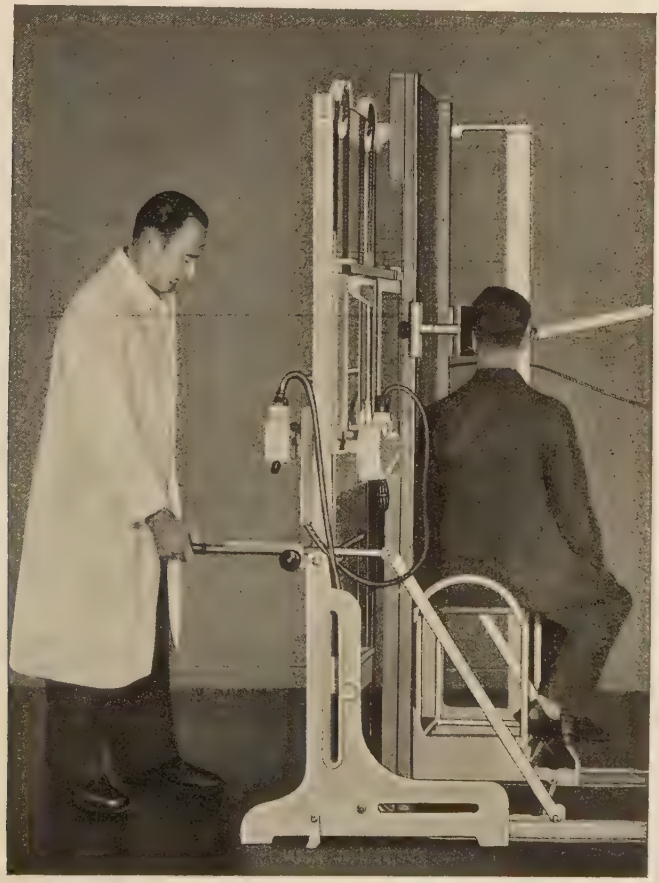
„Die Aufgabe, Störschatten wirksam zu verwischen, ist um so schwieriger lösbar, je größer der Ruhschatten des Störobjektes ist. Je größer er ist, um so kleiner fällt der geometrische Verwischungsgrad aus. Überschreitet der Ruhschatten eine bestimmte Größe, so kommt ein Kernschatten von der Dichte des Ruhschattens zustande.



(Siemens-Reiniger-Werke.)

Abb. 7. Introskop vor der Schichtaufnahme. Der Patient ist auf dem mit der Stützwand verbundenen Podest nach rechts geschoben, um bei der Aufnahme eine brustnahe Schicht abzubilden.

An Hand geometrischer und photophysikalischer Überlegungen wird rechnerisch dargetan, daß vom Gesichtspunkt des Verwischens von Störschatten aus die Kreisbewegung des Fokus immer noch ein wenig günstiger ist als die Spiral- oder Sinusbewegung. Große Störschatten lassen sich bei der beim Tomographen vorgesehenen Pendelbewegung des Röhrenfokus wirksamer verwischen als bei den vorgenannten Bewegungen des Fokus, vor-



(Siemens-Reiniger-Werke.)

Abb. 8. Einstellen des Patientenstandes am Introskop für eine Schichtaufnahme am Schädel.

ausgesetzt, daß man die größte Fokusexkursion bei der Pendelbewegung so wählt, daß bei größeren Störschatten der gleiche geometrische Verwischungsgrad erzielt wird wie bei Kreis-, Spiral- oder Sinusbewegung. Allein schon aus diesem Grunde ist die Pendelbewegung des Fokus im Vorteil gegenüber den genannten anderen Bewegungsarten, die zu kinematisch verwickelten und technisch und applikatorisch ungünstigen Lösungen führen."

Da es zur Diagnostizierung pathologischer Prozesse durch das Röntgenschichtaufnahmeverfahren vielfach nötig ist, mehrere Schnitte vorzunehmen, gewinnt die Frage an Bedeutung, inwieweit öftere Bestrahlung auf den Organismus schädlich wirkt und ob das überhaupt der Fall ist. Über den Grad der Einwirkung von Röntgenstrahlen auf lebende Zellen steht fest, daß jedes lebende Zellgewebe für die Strahlenwirkung empfänglich ist und bei Darreichung großer Dosen der Vernichtung anheimfällt. Am meisten unterliegen der Einwirkung der Röntgenstrahlen — die Ansichten der einzelnen Autoren gehen hier auseinander — das Lecithin und seine Verwandten, das Chromatin, und nach Hertwig der Zellkern.

Die zelltötende Wirkung der Röntgenstrahlen ist seit langem bekannt und wird auch therapeutisch zur Zerstörung von Geschwülsten usw. ausgenützt. Genau so wird auch gesundes Gewebe angegriffen, und es müssen bei Bestrahlungen gesunde Partien besonders abgedeckt werden. Ebenso bilden die Röntgenstrahlen eine Gefahr für die Gesundheit aller derer, die damit ständig in Berührung kommen. Die Schädlichkeit der Röntgenstrahlen liegt in ihrer Tiefenwirkung, sowie in dem Umstande, daß sich verschiedene Organe den Röntgenstrahlen gegenüber verschieden verhalten. Das rührt daher, daß die Empfindlichkeit verschiedener Gewebe abhängig ist vom Umfange ihres Stoffwechsels, sowie der Schnelligkeit des Wachstums. Die Gewebe Jugendlicher sind daher empfindlicher als die Erwachsener.

Cieszynski stellt in einer Tabelle die Empfindlichkeit der verschiedenen Gewebe gegen die Röntgenstrahlen zusammen in folgender Reihenfolge:

„Im Entwicklungsstadium:

1. Embryonale Zellen, besonders des lymphatischen Gewebes.
2. Jugendliche Zellen, in der Hauptsache des Zentralnervensystems, Zellen der Sinnesorgane und Muskelzellen.

Bei Jugendlichen:

1. Knochen,
2. Zahngewebe (bei Katzen verspätete Entwicklung, jedoch keine Veränderung der Form, Recamier).

Bei Erwachsenen:

1. Haut und Schleimhäute, besonders für weiche Strahlen,
2. Accessorische Gebilde der Haut (Haarbalg, Nägel, Schweißdrüsen).
3. Drüsenapparat: Geschlechtsdrüsen (sehr empfindlich), Milz, Leber (Veränderung des Blutbildes, Funktionsstörungen), Hypophyse (histologische Veränderungen, Wachstumshemmung, Unterentwicklung der Geschlechtsorgane), Schilddrüse (Zerstörung der Zellelemente, Auftreten des Hypothyreoidismus), Speicheldrüsen: Nach größeren Dosen Funktionshemmung.
4. Media der Capillaren.
5. Gedärme: Nekrose, tödliche Bauchfellentzündung.
6. Kehlkopf: Heiserkeit, Schwellung der Stimmbänder.
7. Nervensystem: Infolge seiner hohen Differenziertheit und seines phylogenetischen Alters ein biologisch wenig empfindliches Gewebe. Anästhesierende Wirkung.
8. Sinnesorgane: Am Auge können bei intensiver Bestrahlung eine Konjunktivitis und Keratitis auftreten."

Die kleinen und häufig wiederholten Dosen der Röntgenstrahlen addieren sich (Kumulation) und entwickeln eine schädliche biologische Wirkung. Die Maximaldosis der filtrierten Strahlen bezeichnet man mit „HED" = Hauteinheitsdosis. 1 HED = die Strahlenmenge, die auf der gesunden menschlichen Haut in einer gewissen Zeit ein Erythem hervorruft. Messungen wurden unter den üblichen Voraussetzungen einer Zahnaufnahme: 40 KV

und 10 MA nach der heute als internationale Dosis anerkannten „R-Einheit" vorgenommen, die bekanntlich der „Röntgenstrahlenenergiemenge entspricht, welche bei der Bestrahlung von 1 ccm Luft von 18 Grad Cels. Temperatur und 760 mm Quecksilberdruck bei voller Ausnutzung der in der Luft gebildeten Elektronen und bei Ausschaltung von Wandwirkungen eine so starke Leitfähigkeit erzeugt, daß die bei Sättigungsstrom gemessene Elektrizitätsmenge eine elektrostatische Einheit = 1 Röntgen = R beträgt.'

Im Vergleich zu dem meist noch immer üblichen biologischen nicht exakt physikalischen Begriff der HED ist eine HED gleich 550—600 R. So wurde die während einer Zahnaufnahme an der Tubusöffnung austretende direkte Strahlenmenge mit 8 bis 10 R gemessen, somit die Dosis, der die Haut des Patienten in Richtung des Zentralstrahles ausgesetzt ist. Unter Zugrundelegung dieser Dosis bei einer Aufnahme würde die HED nach Stemmer bei etwa 60 bis 75 Aufnahmen erreicht sein, eine Zahl, die für den Patienten, selbst bei gehäuften Aufnahmen für einen vollständigen Röntgenstatus und bei wiederholten Kontrollaufnahmen nicht in Betracht kommt.

Braun, Hase und Küstner haben eingehende Untersuchungen über die in der Diagnostik verabfolgten Dosen von Röntgeneinheiten aufgestellt. Als obere Grenze bei Durchleuchtungen und Aufnahmen nehmen diese Autoren 200 R an. Um ganz sicher zu gehen, rechnen sie mit einer hundertprozentigen Verschiedenheit der einzelnen Röntgenapparaturen und kommen zu dem Ergebnis, als obere zulässige Grenze für Durchleuchtungen und Aufnahmen 100 R einzusetzen. Hierbei hätte man die Gewähr, den Patienten in keiner Weise, auch nicht kosmetisch und vorübergehend zu schädigen. An Hand von drei Tabellen ist es möglich, die Anzahl R-Einheiten, die man dem Patienten pro Sekunde der Aufnahme oder Durchleuchtung verabfolgt, zu errechnen.

Die tomographischen Aufnahmen am Schädel wurden gemacht bei durchschnittlich 70 KV max., 80 MA, 0,5 mm Al und einem Fokus-Hautabstand von 100 cm bei einer Belichtungszeit von 2 sec. Nach den Tabellen von Braun, Hase und Küst-

ner wurden hierbei pro Aufnahme 1,22 R dem Patienten verabfolgt, bei 5 Aufnahmen also 6,10 R. Die zulässige Grenze von 100 R würde demnach erst bei rund 80 Aufnahmen erreicht sein.

Es ist also bei den Röntgenschnittaufnahmen des Schädels für den Patienten durchaus ungefährlich, eine ganze Anzahl davon herzustellen, wenn man innerhalb der angegebenen Daten bleibt und keine Dosierungsfehler begeht. Die Intensität der Röntgenstrahlen innerhalb des Schädels bei dem Schichtaufnahmeverfahren bleibt dieselbe wie bei der gewöhnlichen Aufnahme; sie hat auch mit der Wiedergabe einer bestimmten Schicht nichts zu tun, da diese nur durch die Bewegung von Röhre und Film entsteht.

Zusammenfassung.

Die Kieferhöhlen des menschlichen Schädels sind oft der Sitz einer Erkrankung. Unterschieden wird rhinogene, odontogene und metastatische Infektion. Nicht selten entstehen auf Grund bestehender Entzündung bösartige Neubildungen, die das Leben des Patienten in besonders starkem Maße bedrohen. Nach kurzer Beschreibung der Anatomie der Kieferhöhlen wird dargetan, daß bei Erkrankungen der Kieferhöhlen das Röntgenbild zu einem unentbehrlichen Hilfsmittel in der Diagnostik geworden ist. Es folgen dann technische Einzelheiten über extraorale Aufnahmemethoden zur Darstellung der Kieferhöhlen. Als Verbesserung in der Diagnostik wird das Röntgenschichtverfahren beschrieben, dessen Vorzug darin besteht, daß innerhalb einer wählbaren Schichtebene alle Gebilde isoliert, d. h. unter Ausschaltung aller vor oder hinter dieser Ebene liegenden Körperteile, zur Darstellung gelangen.

Mehrere Röntgenbilder, nach diesem Verfahren an einem Leichenkopf ausgeführt, beweisen die Brauchbarkeit der neuen Methode für die Kieferheilkunde. Ein Modell, nach fünf durch die Kieferhöhlen gelegten Schichtebenen angefertigt, zeigt die ziemlich genauen Umrisse beider Sinus.

Nach der Beschreibung von zwei verschieden konstruierten Schichtaufnahmegeräten folgt zum Schluß eine Abhandlung über die biologische Wirkung der beim Röntgenschichtverfahren notwendig mehrfachen Verabfolgung der Röntgenstrahlung. Dosismessungen bei tomographischen Schädelaufnahmen ergaben die Ungefährlichkeit des neuen Verfahrens.

Zum Schluß erfülle ich die angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. Schweitzer für die Anregung zu dieser Arbeit sowie liebenswürdige Unterstützung meinen besten Dank auszusprechen.

Literaturverzeichnis.

Braun, Hase und Küstner: Über die in der Diagnostik verabfolgten Dosen in R-Einheiten. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr. **38**, 385 (1928).

Chaoul, H.: Über die Tomographie und insbesondere ihre Anwendung in der Lungendiagnostik. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr. **51**, 342 (1935).

Cieszynski, A.: Biologiczne oddzialywanie promieni roentgena. (Der biologische Einfluß der Röntgenstrahlen.) Polska Dentystika V, Nr. **3**, 113 (1927).

Greineder, K.: Die Tomographie der normalen Lunge. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr. **52**, 443 (1935).

Großmann, G.: Tomographie I. — Tomographie II. Fortsch. a. d. Geb. d. Röntgenstr. **51**, 61 u. 191 (1935).

Hauberisser, E.: Röntgenologie und ihre Fehlgriffe. Fortschr. d. Zahnheilkde. **VI**, 548 (1930) und **IX**, 578 (1933).

Janker, R.: Das Röntgenschichtverfahren bei der Darstellung der Hirnräume. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr. **53**, 699 (1935).

Parma, C.: Zahnärztliche Röntgendiagnostik. Berlin-Wien 1929, 64. Verlag Urban und Schwarzenberg.

Rona, A.: Pontos dosismeresek es röntgenartalmak a fogorvosi röntgendiagisztikaban. (Exacte Dosismessungen und Röntgenschäden in der zahnärztlichen Röntgendiagnostik.) Fogorv. Szemle (ung.) **12**, 1009 (1931).

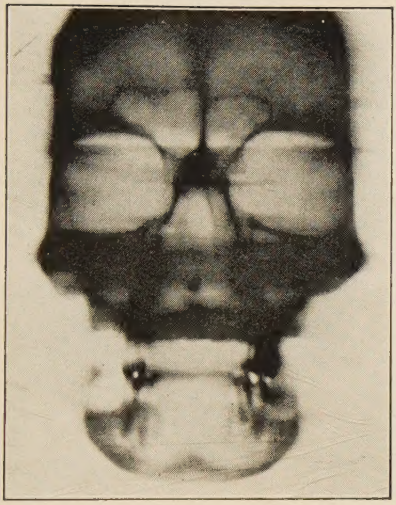
Spalteholz, W.: Handatlas der Anatomie des Menschen. Leipzig 1929, Bd. I, 29 ff.

Lebenslauf.

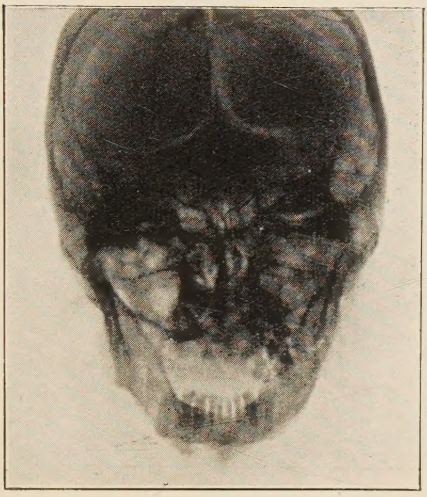
Am 23. September 1912 wurde ich in Berlin als Sohn des Zahnarztes Dr. Kurt Junck und seiner Ehefrau Margarethe, geb. Schulz, geboren und evangelisch getauft. Von Michaelis 1918 bis nach bestandener Reifeprüfung am 3. März 1931 gehörte ich dem Falk-Realgymnasium in Berlin an. Vom Sommersemester 1931 ab studierte ich in Berlin Zahnheilkunde und erhielt dort im Mai 1936 meine Approbation, nachdem ich vom November 1934 bis Oktober 1935 mein Studium zwecks freiwilliger Ableistung des einjährigen Heeresdienstes unterbrochen habe.

Vorliegende Arbeit entstand während meiner Assistentenzeit in Berlin.

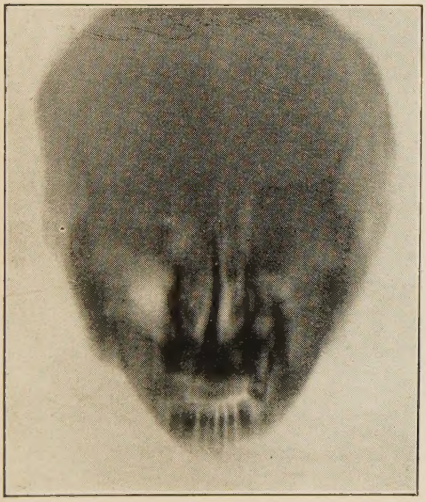
Besonderen Dank schulde ich Herrn Kollegen Fritz Benner für zahlreiche wertvolle Anregungen, die sich durch die Zusammenarbeit mit ihm ergaben, sowie der Elektrizitätsgesellschaft Sanitas in Berlin für die freundliche Unterstützung unserer Arbeit.



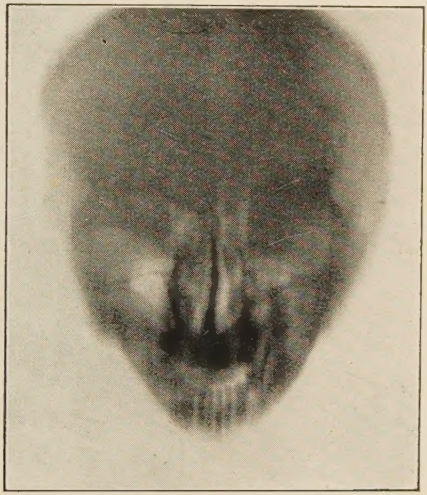
I.



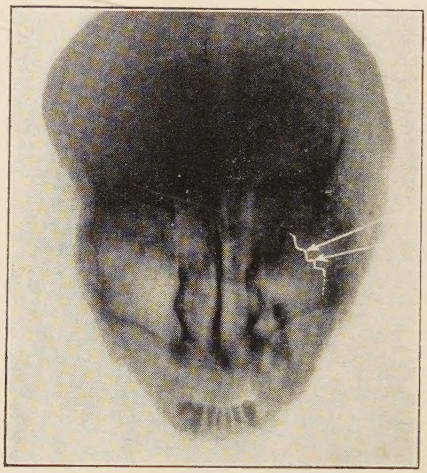
II.



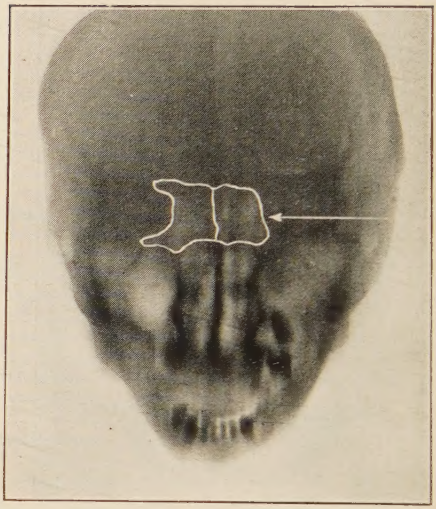
III



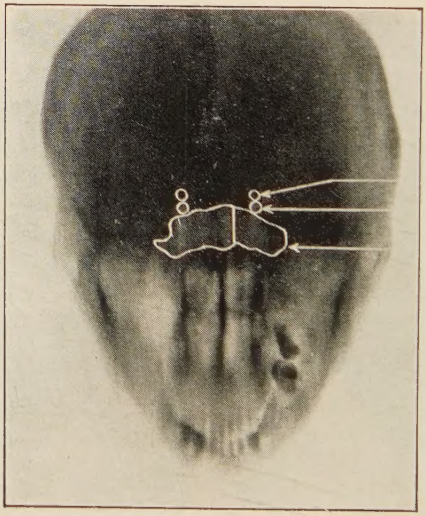
IV.



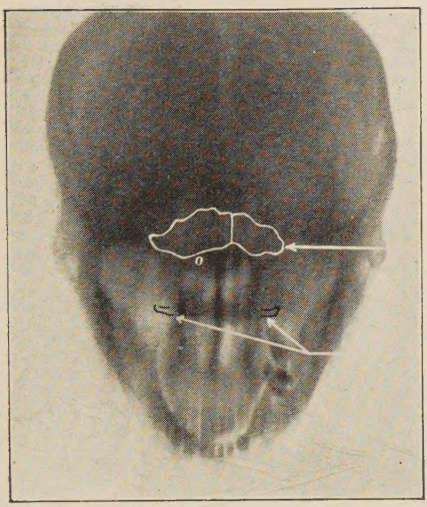
V.



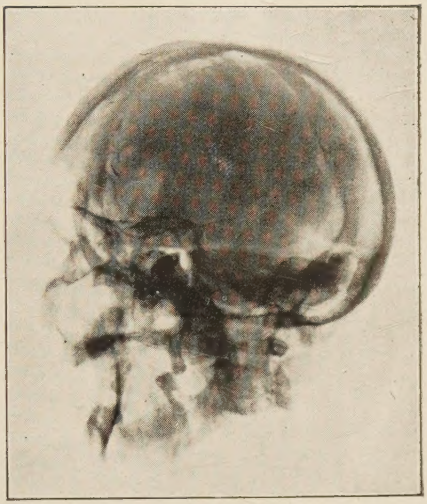
VI.



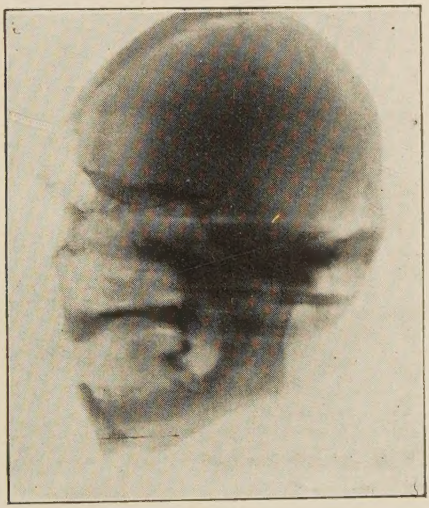
VII.



VIII.



IX.



X.